

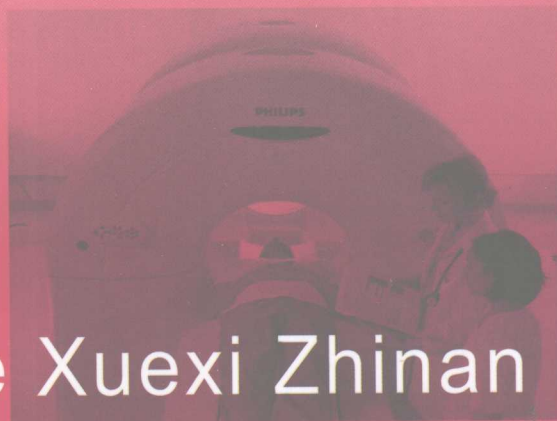
21世纪高等医学院校
学习指南系列

第7轮教材辅导

医学影像学学习指南

主 编 杨 滇

副主编 候锡银 冯立民 韩本谊 刘慧临



Yixue Yingxiangxue Xuexi Zhinan

21世纪高等医学院校学习指南系列



第二军医大学出版社

21 世纪高等医学院校学习指南系列(第 7 轮教材辅导)

医学影像学学习指南

主 编 杨 滇

副主编 侯锡银 冯立民 韩本谊 刘慧临

编 委 (以姓氏笔画为序)

马晓欧 王余广 冯立民 刘慧临

李国华 张春宇 杨 滇 杨水鹰

第二军医大学出版社

内 容 提 要

本书是为了配合最新“人民卫生出版社”第7轮修订的《医学影像学》(第6版,吴恩惠、冯敢生主编)教学而撰写的。编者针对培养对象,遵循教材“三基”、“五性”、“三特定”的原则,结合多年的临床实践经验,按影像诊断学、介入治疗学两部分进行编写。在每章节的前面列出要求学生着重关注的“内容点睛”,其后是“内容精讲”和“常考题型”(针对执业医师考试)和“参考答案”。

本书既可作为医药本、专科院校医学生教学辅导用书,又可作为医务人员临床工作参考书。对学生预习、复习和考试以及执业医师资格考试均有帮助。

图书在版编目(CIP)数据

医学影像学学习指南/杨滇主编. —上海:第二军医大学出版社,2009.3

ISBN 978-7-81060-699-8

I. 医… II. 杨… III. 影像诊断-医学院校-教学参考资料 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 168298 号

医学影像学学习指南

主 编 杨 滇

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路 800 号 邮政编码: 200433

发行科电话/传真: 021-65493093

全国各地新华书店经销

通州市印刷总厂有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 26 字数: 842 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1~3 000 册

ISBN 978-7-81060-699-8/R·566

定价: 48.00 元

前 言

全国高等学校五年制临床医学专业卫生部规划教材从第1轮编写出版已有30多年了。几十年来几经修订,使我国的五年制临床医学教材不断丰富、完善与更新,已成为一套课程门类齐全、学科系统优化、内容衔接合理的规划教材。

《医学影像学》作为全国高等学校五年制临床医学专业卫生部规划教材之一,在第7轮规划教材修订中,针对培养对象,遵循教材“三基”、“五性”、“三特定”的编写原则,将荣获全国医药优秀教材奖的“十五”国家级规划教材第5版进行了修订,编写了《医学影像学》第6版。该书重点突出,语言简练,知识连贯,目的性强;同时针对疾病发生趋势、影像检查技术和诊疗技术的发展及应用范围的变化,适当增加了部分内容,使学生的知识体系更趋于合理。

为更好地使用此教材,发挥教材在教学中的作用,提高教与学的效率和教学质量,根据评建要求和教材建设的总体规划,在教务处的指导下,我们编写了这本学习指南。在不打乱教材的完整性和连续性的基础上,进一步归纳、整理,使其更条理化,使教师易教,学生易学、易记,基础知识与临床表现相融汇,基本病理改变与影像表现相贯通,使学生摆脱死记硬背的学习模式,轻松学习,快乐学习,为学生毕业后在临床工作上的良好发展奠定坚实的基础。同时,还编写了“常考题型”和“参考答案”,以备学生复习和自我检测之用。

尽管我们在编写过程中作出了很大的努力,但限于作者水平,书中瑕疵在所难免,望广大师生不吝批评、指正,以便再版时改进。

杨 滇

2008年10月

目 录

绪论	(1)
----------	-------

上篇 影像诊断学

第一章 成像技术与临床应用	(5)
第一节 X线成像	(5)
第二节 计算机体层成像	(8)
第三节 超声成像	(11)
第四节 磁共振成像	(13)
第五节 图像解读与影像诊断思维	(16)
第六节 图像存档和传输系统与信息放射学	(18)
第二章 骨骼与肌肉系统	(27)
第一节 骨与软组织	(27)
第二节 关节	(69)
第三章 呼吸系统.....	(82)
第一节 检查技术	(82)
第二节 正常影像表现	(83)
第三节 基本病变表现	(88)
第四节 疾病诊断	(95)
第五节 各种影像检查的比较与优选	(104)
第四章 循环系统.....	(125)
第一节 心脏与心包	(125)
第二节 大血管	(159)
第五章 消化系统.....	(169)
第一节 急腹症	(169)
第二节 食管与胃肠道	(179)
第三节 肝脏、胆系、胰和脾	(198)
第六章 泌尿与生殖系统	(240)
第一节 泌尿系统与肾上腺	(240)
第二节 女性生殖系统	(251)
第三节 男性生殖系统	(256)
第七章 乳腺	(272)
第一节 检查技术	(272)
第二节 正常影像表现	(272)

第三节	基本病变表现	(275)
第四节	疾病诊断	(277)
第五节	各种影像检查的比较与优选	(281)
第八章	中枢神经系统	(289)
第一节	脑	(289)
第二节	脊髓	(314)
第九章	头颈部	(323)
第一节	眼部	(323)
第二节	耳部	(334)
第三节	鼻和鼻窦	(339)
第四节	咽部	(344)
第五节	喉部	(351)
第六节	口腔颌面部	(354)
第七节	颈部	(359)
第十章	儿科影像学	(364)
第一节	儿科影像学检查技术	(364)
第二节	骨骼与肌肉系统	(364)
第三节	呼吸系统	(365)
第四节	循环系统	(366)
第五节	消化系统	(366)
第六节	泌尿与生殖系统	(368)
第七节	中枢神经系统	(370)
第八节	头颈部	(371)

下篇 介入放射学

第十一章	血管介入技术	(379)
第一节	经导管动脉栓塞术	(379)
第二节	经皮腔内血管成形术	(387)
第三节	心脏疾病介入治疗	(390)
第四节	经导管动脉内药物灌注治疗	(393)
第五节	其他血管介入技术	(396)
第十二章	非血管介入技术	(399)
第一节	管腔狭窄扩张成形术	(399)
第二节	经皮穿刺引流与抽吸术	(402)
第三节	结石的介入处理	(405)
第四节	经皮椎间盘突出切吸术	(406)
第五节	经皮针刺活检	(406)

绪 论

伦琴于 1895 年发现 X 线不久, X 线就被用于人体疾病的检查, 后来逐渐形成了 X 线诊断学, 奠定了医学影像学的基础。20 世纪 50~60 年代开始应用超声与核素显像进行人体检查, 出现了超声成像和 γ 闪烁显像; 20 世纪 70~80 年代又相继出现了 X 线计算机体层成像(CT)、磁共振成像(MRI)和发射体层显像。仅 110 多年的时间就形成了包括 X 线诊断在内的影像诊断学。虽然各种成像技术的成像原理与方法不同, 诊断价值与限度亦各异, 但都是使人体内部结构和器官成像, 以了解人体解剖与生理功能状态及病理变化, 达到诊断疾病的目的, 都属于活体器官的视诊范畴, 是一种特殊的诊断方法。

由于影像诊断设备和检查技术的不断创新, 影像诊断不仅依靠形态变化进行诊断, 还可根据功能与代谢变化, 即功能成像进行诊断。分子影像学也在研究和发展中。现代成像技术极大地丰富了影像诊断学的内容, 扩大了检查范围, 提高了诊断水平。

数字成像是成像技术发展史中的里程碑, 改变了图像的显示方式和保存、传输与利用方式, 使远程放射学成为现实。影像学科将成为数字化或无胶片学科。

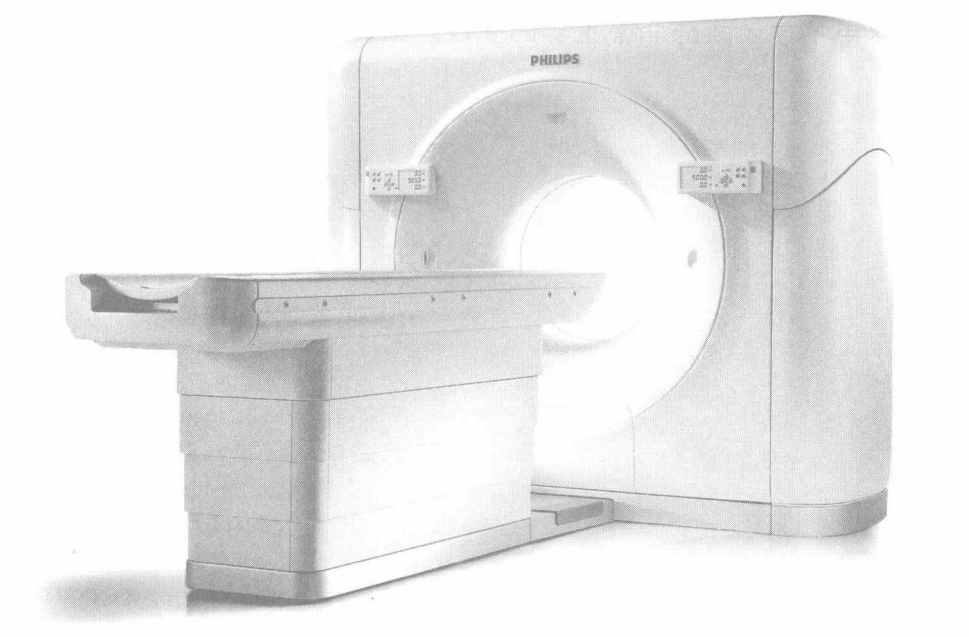
介入放射学的兴起使影像科从单一的疾病诊断步入诊断治疗为一体的综合性临床科室。介入放射学已成为同内科学和外科学并列的三大治疗体系之一。纵观影像学的发展史, 可以看出医学影像学已成为临床医学中发展最快、作用最大、不可或缺的学科之一。

学习医学影像学应当注意以下几点:

- 1) 不同成像技术和检查方法在诊断中都有各自的优势与不足。需要掌握不同成像手段在不同疾病诊断中的作用与限度, 以便恰当地选择一种或综合应用几种成像手段和检查方法来进行诊断。
- 2) 影像诊断主要是通过对图像的观察、分析、归纳与综合而作出的。需要掌握图像的观察与分析方法, 熟悉正常表现, 并认识异常表现及其病理基础和诊断中的意义。
- 3) 影像诊断是根据影像变化而推论出来的, 诊断时, 必须结合临床材料, 包括病史、体检和实验室检查结果等, 互相印证, 才有望作出正确的诊断。另外, 还应了解影像诊断的限度。
- 4) 影像诊断的主要依据是图像。需要了解不同成像技术的基本成像原理及其图像特点。
- 5) 介入放射学与影像诊断学不同, 有其自身的特点。需要了解其基本技术与理论依据和价值与限度, 并掌握不同的治疗技术的适应证、禁忌证与疗效, 以便针对不同疾病合理选用相应的介入治疗技术。

上篇

影像诊断学



影像诊断学(medical imageology)是一门年轻的临床学科,在临床医学中应用才 100 多年。它是阐明利用影像表现的特点在临床医学中进行诊断工作的学科,是继“望、触、叩、听”的体格检查之后,临床医生获取疾病信息和诊断资料的重要手段,在疾病诊断和鉴别诊断中起着重要的作用。

影像学检查是借助于不同的成像手段使人体内部器官和结构显出影像,从而帮助医生了解人体解剖与生理功能状况以及病理变化,以达到诊断的目的。因此,影像学检查是一种特殊的“视诊”,具有特殊的诊断效果,是观察活体器官和组织的形态及功能最好的方法。内容包括: X 线诊断学、超声诊断学、CT 诊断学、MRI 诊断学、核素显像、PET - CT 及近年兴起的分子影像学。影像诊断学已成为临床疾病诊断和疗效观察中不可或缺的非常重要的手段。

第一章 成像技术与临床应用

【内容点睛】

掌握 X线、CT、超声、MRI的成像基本原理、图像特点及图像解读,数字X线成像和数字减影血管造影的特点,本章中相关的基本概念。

熟悉 各种影像检查技术的优缺点、适应证及操作流程。

了解 X线、CT、超声、MRI的设备组成。

【内容精讲】

第一节 X线成像

一、X线成像基本原理与设备

(一) X线成像基本原理

1. X线特点

X线是波长极短,肉眼看不见的电磁波。波长为 $0.000\ 6\sim 50\text{ nm}$ 。与X线成像密切相关的特性有:

(1) 穿透性(penetrability) X线波长极短,具有强穿透力,能穿透可见光不能穿透的物质并在穿透过程中被物质不同程度地吸收(即衰减)。X线的穿透力与X线管电压密切相关,电压愈高,穿透力愈强。X线穿透性是X线成像的基础。

(2) 荧光效应(fluorescence) X线能激发荧光物质,如硫化锌镉及钨酸钙等发出荧光,使波长极短的X线转换成波长较长的可见荧光,这种转换叫做荧光效应。荧光效应是透视检查的基础。

(3) 感光效应(photosensitivity) 涂有卤化银的胶片,经X线照射后,感光而产生潜影,经显、定影处理,感光的卤化银中的银离子(Ag^+)被还原成金属银(Ag),并沉积于胶片的胶膜内。此金属银的微粒在胶片上呈黑色。而未感光的卤化银,在定影过程中,从X线胶片上被清除,因而显出胶片片基的透明本色。依金属银沉积的多少,便产生了从黑至白不同灰度的影像。感光效应是X线摄影的基础。

(4) 电离效应(ionizing effect) X线穿过任何物质都可使之电离,从而产生电离效应。空气的电离程度与空气所吸收X线的量呈正比,因而通过测量空气电离的程度可测X线的量。X线射入人体,也可产生电离效应,引起生物学方面的改变,即生物效应,这是放射治疗的基础,也是进行X线检查时需要注意防护的原因。

X线之所以能使人体组织结构形成影像,除了X线的穿透性、荧光效应和感光效应外,还基于人体组织结构之间有密度和厚度的差别。当X线透过人体密度和厚度不同的组织结构时,被吸收的程度不同,到达荧屏或胶片上的X线量出现差异,即产生了对比,在荧屏或X线片上就形成明暗或黑白对比不同的影像。

2. 人体组织结构分类

(1) 高密度组织 有骨和钙化灶等。

(2) 中等密度组织 有软骨、肌肉、神经、实质器官、结缔组织以及体液等。

(3) 低密度组织 有脂肪组织以及含有气体的呼吸道、胃肠道、鼻窦和乳突气房等。

当X线穿透密度不同的组织结构时,由于吸收程度不同,在X线片上(或荧屏上)显出具有黑白(或明暗)对比、层次差异的X线图像。例如胸部的肋骨密度高,对X线吸收多,照片上呈白影;肺部含气体,密度低,X线吸收少,照片上呈黑影;纵隔为软组织,密度为中等,对X线吸收也中等,照片上呈灰影。

病变组织密度可与相邻组织密度不同,而存在自然对比。例如:肺肿瘤为中等密度,在胸片上,于肺黑影的背景上出现代表肿瘤的灰白影。因此,与相邻组织密度不同的病变可产生相应的病理X线影像。

此外,X线成像与器官结构的厚度也有关系。

(二) X线设备

X线是X线管内高速行进电子流轰击靶面时产生的,X线设备主要包括:①X线管;②变压器;③操作台;④检查床等部件;⑤影像增强电视系统(IITV)。

(三) 数字X线成像

1. 分类

(1) 传统X线摄影 是以胶片为介质对形成影像的X线信息进行采集、显示、存储和传送,缺点是摄影技术条件要求严格、曝光宽容度小、影像的灰度不可调节,而且不可能同时清晰显示各种密度的组织与结构,在照片的利用与管理上也有诸多不便,而数字X线成像(digital radiography, DR)则可克服这些缺点。

(2) DR 是将X线摄影装置或透视装置同电子计算机相结合,使形成影像的X线信息由模拟信息转换为数字信息,从而得到数字化图像的成像技术。DR依结构可分为计算机X线成像(computed radiography, CR)、数字X线荧光成像(digital fluorography, DF)与平板探测器(flat panel detectors)数字X线成像3种。

(3) CR 是以影像板(image plate, IP)代替X线胶片作为介质。IP上的影像信息经过激光扫描读取、图像处理和显示等步骤,获得数字化图像。CR现已广泛应用于临床。

(4) DF 是用IITV代替CR的IP作为介质。图像用高分辨力摄像管进行扫描。其余结构和处理与CR类似。DF应用于数字减影血管造影和数字胃肠造影设备上。

(5) 平板探测器数字X线成像 是用平板探测器将X线信息直接或间接转换成电信号,再数字化,转换过程都在平板探测器内完成。没有经摄像管或激光扫描的过程,所以X线信息损失少,图像质量好,成像时间短。

2. 比较

(1) 数字化图像质量优于传统X线成像 ①图像处理系统可调节影像对比,能得到最佳的视觉效果;②摄影条件的宽容范围较大;③患者接受的X线量较少;④图像信息可摄成照片或由光盘储存;⑤可输入PACS中。

(2) 在应用上 数字化图像与传统X线图像都是所摄部位组织结构的重叠影像,X线能摄影的部位也都可行数字成像,对图像的解读与诊断也与传统X线图像相同。只不过数字图像是由一定数目(比如 1024×1024)的像素(pixel)所组成,而传统X线图像则是由沉积在胶片上的银颗粒所组成。数字化图像对骨结构及软组织的显示优于传统X线成像,还可行矿物盐含量的定量分析,对肺结节性病变的检出率也高于传统X线成像。数字胃肠双对比造影对胃小区、微小病变及肠黏膜皱壁的显示更为清晰。

(四) 数字减影血管造影

血管造影(angiography)是将水溶性碘对比剂注入血管内,使血管显影的X线检查方法。由于血管影与骨骼及软组织影发生重叠,影响了血管的显示。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)是通过计算机处理数字影像信息,消除骨骼和软组织影像,使血管清晰显影的成像技术。

数字X线成像是DSA的基础。

DSA没有骨骼与软组织影的重叠,血管及其病变显示清楚,已代替了一般的血管造影。用选择性或超选择性插管,可很好显示直径 $>200\mu\text{m}$ 的血管及小病变。

DSA适用于心脏血管的检查。对冠状动脉也是最好的显示方法。对介入技术,特别是血管内介入技术,DSA更是不可缺少的。

二、X线图像特点

1) X线图像由从黑到白不同灰度的影像组成,是灰阶图像。这些不同灰度的影像以光学密度反映人体组织结构的解剖及病理状态。

2) 人体组织结构的密度与X线图像上影像的密度是两个不同的概念。前者是指人体组织中单位体积内物质的质量,而后者则指X线图像上所显示影像的黑白。

3) 同样厚度的组织结构,密度高者,吸收的X线量多,影像在图像上呈白影;密度低者,吸收的X线量少,图像上呈黑影。因此,图像上的白影与黑影,除与厚度有关外,主要是反映组织结构密度的高低。

4) 在工作中,通常用密度的高与低表述影像的白与黑。例如用高密度、中等密度和低密度分别表述白

影、灰影和黑影,并表示组织结构密度的高低。人体组织密度发生改变时,则用密度增高或密度降低来表述图像的白影与黑影。

5) X线图像是X线束穿透某一些部位的不同密度和厚度组织结构后的投影总和,是该穿透路径上各个结构影像相互叠加在一起的影像。例如,正位X线照片中,既有前部,又有中部和后部的组织结构。X线束是从X线管向人体作锥形投射的,因此,X线影像有一定程度的放大并使被照体的形状失真,还产生伴影,使X线影像的清晰度降低。

三、X线检查技术

(一) 概述

(1) 平片 人体组织结构基于密度上的差别,可产生X线对比,这种自然存在的差别,称之为自然对比。依靠自然对比所获的X线图像,常称之为平片(plain film)。

(2) 造影剂 对于缺乏自然对比的组织或器官,可人为引入在密度上高于或低于它的物质,使之产生对比,称之为人工对比。这种引入的物质称之为对比剂(contrast media),原称造影剂。

(3) 造影检查 由人工对比方法进行的X线检查称之为造影检查(contrast examination)。

(二) 普通检查

普通检查包括荧光透视(fluoroscopy)和X线摄影(radiography)。胸部透视已很少应用,现多用于胃肠道钡剂检查。

1. 荧光透视

多采用影像增强电视系统,影像亮度强,效果好。

(1) 透视的优点 ①透过程中可转动患者体位,改变方向进行观察;②可了解器官的动态变化;③操作方便;④费用低;⑤可立即得出结论。

(2) 透视的缺点 ①透视的影像对比度及清晰度较差,难以观察密度差别小的病变以及密度与厚度较大的部位;②缺乏客观记录更是它的不足。

2. X线摄影

对比度及清晰度均较好;不难使密度、厚度较大的部位或密度差别较小的病变显影。常需行互相垂直的两个方位摄影,例如正位及侧位。

(三) 特殊检查

特殊检查有软线摄影(soft ray radiography)、体层摄影(tomography)、放大摄影(magnification radiography)和荧光摄影(fluorography)等。自应用CT等现代成像技术以来,只有乳腺软线摄影检查还在广泛应用。

(四) 造影检查

造影检查是将对比剂引入器官内或其周围间隙,产生人工对比,借以成像。

对比剂分为高密度和低密度对比剂两类。高密度对比剂有钡剂和碘剂。低密度对比剂为气体,已少用。

1. 造影剂

(1) 钡剂 为医用硫酸钡粉末,加水 and 胶配成不同浓度的钡混悬液。主要用于食管及胃肠造影。

(2) 碘剂 分有机碘和无机碘制剂两类,后者基本不用。水溶性有机碘对比剂主要用于:①血管造影和血管内介入技术;②经肾排出可显示肾盂及尿路;③还可行脊髓造影检查等。碘剂可引起毒副反应,有时严重,使用中应注意。水溶性有机碘对比剂分两型:①离子型;②非离子型。

2. 造影方法

(1) 直接引入 包括:①口服,如食管及胃肠钡餐检查;②灌注,如钡剂灌肠、逆行尿路造影及子宫输卵管造影等;③穿刺注入或经导管直接注入器官或组织内,如心血管造影和脊髓造影等。

(2) 间接引入 经静脉注入后,对比剂经肾排入泌尿道内,从而行尿路造影。

(五) X线检查中的防护

X线照射人体可产生一定的生物效应。超过容许照射量,可发生放射反应,甚至放射损害。故应重视防护,包括:

1) 避免不必要的照射。

2) 采取有效的防护措施,以保护患者和工作人员的健康,特别是孕妇、小儿患者和长期接触放射线的工作人员。

3) 放射防护应遵循屏蔽防护、距离防护和时间防护的原则:①用铅等高密度物质作成屏障进行屏蔽防护;②利用X线量与距离平方呈反比的原理,通过增加X线源与人体间距离来减少照射量;③每次检查照射次数不应过多,尽量避免重复检查。

应遵照国家有关放射防护卫生标准的规定制定放射工作人员防护措施,执行保健条例。

四、X线图像的解读

在解读X线图像时,首先应注意摄影条件和体位是否可满足诊断需要。其次要按一定顺序进行全面、系统的观察。再结合诊断需要,作重点观察。例如,在解读胸部图像时,应依次观察胸廓、肺、纵隔、横膈、心脏及大血管,对肺要观察肺野和肺门。在解读骨骼X线图像时,要着重观察骨皮质、骨松质、骨髓腔和周围软组织。

识别异常X线表现是做出疾病诊断的关键,其前提是熟悉正常包括变异的X线表现。异常X线表现有受检结构或器官形态和密度的改变。

病变所致的异常X线表现与其病理学有关,故需用病理学知识进行解释。分析要点是:①病变的位置与分布;②病变的数目和形态;③病变的边缘;④病变的密度,均匀或不均匀,高于或低于正常组织;⑤邻近器官的改变,受压或受侵袭;⑥器官功能的变化,例如胃肠道的蠕动和横膈的运动等。

综合这些就有可能推断病变的性质或提出可能的几种疾病,再结合临床资料作出诊断。

五、X线诊断的临床应用

X线诊断用于临床已超过百年。尽管超声、CT和MRI等对疾病诊断有很大优越性,但并不能完全取代X线检查。对一些部位,例如胃肠道,仍主要使用X线检查。对骨骼系统和胸部也多首先选用X线检查。脑与脊髓、肝、胆、胰等的检查则主要靠现代影像学,而X线检查作用小。由于X线具有成像清晰、经济、简便等优点,因此,它仍是影像诊断中使用最多和最基本的方法。

第二节 计算机体层成像

CT是Hounsfield于1969年设计、1972年问世的新设备,它不同于X线摄影,是用X线束对人体层面进行扫描取得信息,再经计算机处理而获得该层面的重建图像,是数字化成像。CT所显示的是断层解剖图像,其密度分辨率(density resolution)明显优于X线图像,使X线成像不能显示的解剖结构和病变得以显影,从而显著扩大了人体的检查范围,提高了病变检出率和诊断的准确率。实际应用中,CT极大地促进了医学影像学的发展。

一、CT成像基本原理与设备

(一) CT成像基本原理

CT是用X线束围绕人体具有一定厚度的检查部位旋转,进行层面扫描,由探测器接收透过该层面的X线,在转变为可见光后,由光电转换器转变为电信号,再经模拟/数字转换器转为数字,输入计算机处理。

假定将选定层面分成一定数目、体积相同的立方体,即基本单元,称之为体素(voxel)。扫描时,X线从多个方向透过体素而得大量数据,经计算而获得每一个体素的X线衰减系数(或称为吸收系数)。此系数反映各体素的物质密度,再排列成矩阵,即构成该层面组织衰减系数的数字矩阵(digital matrix)。数字矩阵的每一个数字经数字/模拟转换器,依其数值转为黑白不同灰度的方形单元,称之为像素(pixel),并按原有矩阵排列,即构成CT图像。

(二) CT设备

1989年设计成功螺旋CT(spiral CT, SCT),由层面扫描改为连续扫描,CT性能有很大提高。已取代了层面扫描CT。在20世纪80年代还设计出电子束CT(electron beam CT, EBCT)。

CT主要有以下三部分:①扫描部分,由X线管、探测器和扫描架组成,用于对检查部位进行扫描;②计

算机系统,将扫描收集的大量信息数据进行存储运算;③图像显示和存储系统,将计算机处理、重建的图像显示在影屏上,并用照相机将图像摄于胶片上或存储于光盘中。

(1) 螺旋 CT 是 X 线管围绕检查部位连续旋转并进行连续扫描,同时在扫描期间,床沿纵轴连续平移, X 线扫描的轨迹呈螺旋状,故得名螺旋扫描。扫描是连续的,没有扫描间隔时间,使整个扫描时间缩短。螺旋 CT 的优点是在短时间内,对身体的较长范围进行不间断的数据采集,为提高 CT 的成像性能,如图像后处理创造了良好的条件。

(2) 多层螺旋 CT 装置 设计上使用锥形 X 线束和多排探测器。X 线管旋转一周可获得多层 CT 图像。扫描时间更短,扫描层厚更薄,扫描范围更长。多层螺旋 CT 使检查时间缩短,增加了患者的流量;容易完成难以合作或难以制动患者的扫描;一次快速完成胸部、腹部和盆部的检查;有利于运动器官的成像和动态观察;对比增强检查时,易于获得感兴趣器官或结构的各期相表现特征。获得连续层面图像,可避免层面扫描所致小病灶的漏查。在图像显示方式上也带来变化,多层扫描所获得的是容积数据,经计算机后处理可得高分辨力的三维立体图像,实行分割显示技术、仿真内镜技术和 CT 血管造影(CT angiograph, CTA)等。还可行 CT 灌注成像(CT perfusion imaging)。由于多层螺旋 CT 可行低辐射剂量扫描,给肺癌与结肠癌的普查创造了有利条件;扫描时间的缩短,使之可用于检查心脏,包括冠状动脉、心室壁及瓣膜的显示。

多层螺旋 CT 拓宽了检查与应用范围,改变了图像显示的方式,提高了工作效率,也提高了诊断水平。

(3) 电子束 CT 又称超速 CT(ultrafast CT, UFCT),其不用 X 线管,而是用电子枪发射电子束轰击四个环靶而产生 X 线并进行扫描。心脏血管造影 CT 可显示心脏大血管的内部结构,对诊断心脏病有重要价值。但 EBCT 昂贵,检查费用较高,因此,限制了它的广泛应用。

二、CT 图像特点

CT 图像是由一定数目、不同灰度的像素按矩阵排列所构成的灰阶图像。这些像素反映的是相应体素的 X 线吸收系数。不同 CT 装置所得图像的像素大小及数目不同。大小可以是 $1.0\text{ mm} \times 1.0\text{ mm}$ 、 $0.5\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$ 不等;数目可以是 512×512 或 1024×1024 不等。像素越小,数目越多,构成的图像越细致,即空间分辨率(spatial resolution)越高。

CT 图像反映器官和组织对 X 线的吸收程度。因此,与 X 线图像所示的黑白影像一样,黑影表示低吸收区,即低密度区,如肺部;白影表示高吸收区,即高密度区,如骨骼。CT 有高的密度分辨力,人体软组织的密度差别虽小,吸收系数多接近于水,也能形成对比而成像。这是 CT 的突出优点。所以,CT 可以更好地显示由软组织构成的器官,如脑、纵隔、肝、胰、脾、肾以及盆部器官等,并在良好的解剖图像背景上显示出病变的影像。

CT 图像不仅以不同灰度显示其密度的高低,还可用组织对 X 线的吸收系数说明其密度高低的程度,具有一个量的标准。实际工作中,不用吸收系数,而换算成 CT 值,用 CT 值说明密度,单位为 Hu(Hounsfield unit)。

规定水的 CT 值为 0 Hu,人体中密度最高的骨皮质 CT 值为 $+1000\text{ Hu}$,而空气为 -1000 Hu ,人体中密度不同的各种组织的 CT 值居于 $-1000 \sim +1000\text{ Hu}$ 的 2000 个分度之间。

人体软组织的 CT 值多与水相近,但由于 CT 有很高的密度分辨能力,密度差别虽小,也可形成对比而成像。

CT 图像是断层图像,常用的是横断位或称轴位。为了显示整个器官,需要多帧连续的断层图像。通过计算机的图像后处理可重组冠状位和矢状位的断层图像。

三、CT 检查技术

(一) 普通 CT 扫描

CT 扫描分平扫(plain scan)、对比增强(contrast enhancement, CE)扫描和造影扫描。

(1) 平扫 是指不用对比增强或造影的扫描,一般都是先行平扫。

(2) 对比增强扫描 是经静脉注入水溶性有机碘对比剂后再行扫描的方法,经常使用。注入碘对比剂后,器官与病变内碘的浓度可产生差别,形成密度差,能使平扫未显示或显示不清的病变显影。通过病变有无强化及强化方式,有助于定性诊断。常用方法为团注法(bolus injection),即在若干秒内将全部对比剂迅速注入。依扫描方法可分为常规增强扫描、动态增强扫描、延迟增强扫描和多期增强扫描等。

(3) 造影扫描 是先行器官或结构的造影,然后再行扫描的方法。应用不多。

在工作中常提及高分辨力 CT(high resolution CT, HRCT),是指可获得良好空间分辨力 CT 图像的扫描技术。在 SCT 装置上不难完成。高分辨力 CT 可清楚显示微小的组织结构,如肺间质的次级肺小叶间隔,小的器官,如内耳与听骨等;对显示小病灶及病变的轻微变化也较好。

(二) 图像后处理技术

螺旋 CT 所获得容积数据,经过计算机后处理,除常规横断位显示外,还可重组冠状、矢状乃至任意方位的断层图像,并可得到其他显示方式的图像,包括 CT 三维立体图像、CT 血管造影和仿真内镜(virtual endoscopy)等。

(三) CT 灌注成像

CT 灌注成像是经静脉推注水溶性有机碘对比剂后,对受检器官,例如脑的选定层面行连续扫描,获得灌注参数图以了解感兴趣区毛细血管血流动力学,即血流灌注状态的一种功能成像技术。目前主要用于急性脑局部缺血的诊断以及观察脑瘤新生血管,以便判断胶质细胞瘤的恶性程度;也应用于急性心肌缺血以及各脏器肿瘤的研究。

四、CT 图像的解读

在解读 CT 图像时,应先了解扫描的技术与方法,是平扫还是对比增强扫描。在观察影屏上的 CT 图像时,需应用窗技术(window technique),包括窗位(window level)和窗宽(window width)。分别调节窗位和窗宽,可使某一欲观察组织,如骨骼或软组织显示更为清楚。在 CT 照片上窗位和窗宽虽有记录,但已固定而不能调节。

对每帧 CT 图像要进行细致观察,结合一系列多帧图像的观察,可立体地了解器官的大小、形状和器官间的解剖关系。

根据病变密度高于、低于或等于所在器官的密度而分为高密度、低密度或等密度病变。如果密度不均,有深有浅,则为混杂密度病变。

发现病变要分析病变的位置、大小、形状、数目和边缘,还可测定 CT 值以了解其密度的高低。如行对比增强扫描,则应首先明确扫描方法,是常规增强扫描,还是动态增强扫描,并分析病变有无密度上的变化,即有无强化。此外,还要观察邻近器官和组织的受压、移位和浸润、破坏等表现。

综合分析器官大小、形状的变化,病变的表现以及邻近器官受累情况,就有可能对病变的位置、大小与数目、范围以及病理性质作出判断。和其他成像技术一样,还需要与临床资料结合,并同其他影像诊断综合分析,才可作出诊断。

CT 在查出病变、确定病变位置、大小与数目方面较为敏感而且可靠,但对病理性质的诊断,也有一定的限度。

五、CT 诊断的临床应用

CT 诊断已广泛应用于临床。但也应在了解其优势与不足的基础上,合理地进行选用。CT 可应用于下述各系统疾病的诊断:

1) 中枢神经系统疾病的 CT 诊断价值高,应用普遍。对颅内肿瘤、脓肿与肉芽肿、寄生虫病、外伤性血肿与脑损伤、缺血性脑梗死与脑出血以及椎管内肿瘤与椎间盘突出等病检出效果好,且诊断较为可靠。因此,除脑血管 DSA 仍用以诊断颅内动脉瘤、脑血管发育异常和脑血管闭塞以及了解脑瘤的供血动脉以外,其他 X 线检查已不使用。脑 CTA 在临床上应用亦较广泛。

2) CT 对眶内占位病变、早期鼻窦癌、中耳小胆脂瘤、听骨破坏与脱位、内耳骨迷路的轻微破坏、耳先天发育异常以及鼻咽癌的早期发现等也很有价值。

3) 对肺癌和纵隔肿瘤的诊断,CT 很有帮助。肺间质和实质性病变均可得到较好的显示。CT 对 X 线平片较难显示部位的病变,例如同心、大血管重叠病变的显示,更具有优越性。对胸膜、横膈、胸壁病变,也可清楚显示。

4) 心及大血管疾病的 CT 诊断需要使用多层螺旋 CT 或 EBCT,而层面 CT 扫描无诊断价值。对于

冠状动脉和心瓣膜的钙化和大血管壁的钙化,多层螺旋CT和EBCT检查可以很好显示,对于诊断冠心病有所帮助。心脏及大血管的显示,需要经血管注入对比剂,行心血管造影CT,并且要用多层螺旋CT或EBCT进行扫描,其对先心病如心内、外分流及瓣膜疾病和大血管狭窄的诊断有价值。多层螺旋CT扫描,可显示冠状动脉狭窄及软斑块。CT灌注成像还可对急性心肌梗死进行观察和评估。

5) 腹部及盆部疾病的CT检查,主要用于肝、胆、胰、脾、腹腔及腹膜后间隙以及肾上腺及泌尿生殖系统疾病的诊断,尤其是肿瘤性、炎症性和外伤性病变等。胃肠病变向腔外侵犯以及邻近和远处转移等,CT检查也有帮助。但了解胃肠管腔内病变情况仍主要依赖于钡剂造影和内镜检查及病理活检。

6) 对乳腺的检查,由于电离辐射关系,较少应用。

7) 骨骼肌肉系统疾病,多可通过X线检查确诊,但CT对显示骨变化如骨破坏与增生的细节较X线成像为优。

CT检查的主要不足包括:①X线电离辐射对人体有负面影响,虽然CT检查安全,但患者接受的射线剂量通常比X线摄影大;②CT增强检查要使用碘对比剂,对碘剂过敏的患者不能行CT增强检查;③对脑组织和软组织(如肌肉、肌腱)以及软骨等组织的分辨力不如MRI;④不能任意方位直接成像等。

第三节 超声成像

超声(ultrasound)是指振动频率每秒在20 000次以上,单位是赫兹(Herze, Hz),超过人耳听觉范围的声波。超声成像是利用超声波的物理特性和人体器官组织声学特性相互作用后所产生的信息,经信息处理形成图像的成像技术,借此进行疾病诊断。超声诊断应用普及,在医学影像学中占有重要地位。

一、超声成像基本原理与设备

(一) 超声成像基本原理

超声是波长短、频率高的机械波。医学上常用的超声频率为2.2~10.0兆赫(MHz)。同超声成像有关的物理性质有:

(1) 指向性 超声在介质中呈直线传播,有良好的指向性,是超声对人体器官进行定位探查的基础。

(2) 反射、折射与散射 超声在介质中传播,遇到两种不同声阻抗物体的接触界面时,发生反射、折射和散射,利用这一特性可显示不同组织的界面轮廓。

(3) 衰减与吸收 超声在介质中传播时,其声能逐渐减小,称之为衰减(attenuation)。除声束远场扩散、界面反射与散射引起衰减外,介质的吸收也造成衰减。不同组织对超声的吸收程度不同,主要与蛋白质和水含量有关。

在人体组织中,其衰减程度依递减顺序为骨质与钙质,肝组织,脂肪组织和液体。超声通过液体几乎无衰减,而通过骨质或钙质则明显衰减,于其后方减弱,乃至消失。

(4) 多普勒效应 多普勒效应(Doppler effect)是指超声遇到运动的反射界面时,反射波的频率发生改变。利用这一效应可测血流速度及方向,判断血流是层流或湍流。

具有一定频率的超声在人体组织中传播时,经过不同器官、不同组织,包括正常与病变组织的多层界面,在每层界面由于它们的声阻抗不同而发生不同程度的反射或(和)散射。这些反射或散射形成的回声,含有超声在传播途中所经过的不同组织的声学信息,经过接收、放大和信息处理而在影屏上以图像或波形显示,形成声像图(ultrasonogram)。人体不同组织的衰减程度不同。明显衰减时,其后方回声消失而出现声影(acoustic shadow)。

(二) 超声设备

超声设备主要由换能器(常称之为探头)、信息处理系统和显示器组成。换能器采用压电晶体。压电晶体可将电能转为声能,又可将声能转为电能。因此,换能器兼有超声发生器和回声接收器的功能。换能器有线扫描、凸弧扫描和扇扫描等类型。前两者用于腹部脏器扫查,后者用于心脏显像。

(1) A型超声 以波幅变化反映回声强弱者为幅度调制型,即A型超声,此类设备为A型超声仪,已很少使用。